



TITLE:

量子スピン系の秩序と相転移(第  
37回物性若手夏の学校(1992年度  
)、講義ノート)

AUTHOR(S):

西森, 秀稔; 桃井, 勉

---

CITATION:

西森, 秀稔 ...[et al]. 量子スピン系の秩序と相転移(第37回物性若手夏の  
学校(1992年度), 講義ノート). 物性研究 1993, 60(5): 445-446

ISSUE DATE:

1993-08-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/95161>

RIGHT:

動の井戸幅依存性はランダウ軌道の直径と井戸幅の大小関係で決まる事が示された。

## 2 2次元電子の散乱と移動度

GaAs/n-AlGaAs ヘテロ接合を中心に、不純物散乱、フォノンによる散乱、界面凹凸による散乱、及び電子電子散乱各々の移動度への影響が論じられた。

## 3 2次元電子の古典的弾道運動と制御

磁気フォーカシングによる曲がり抵抗や静電レンズ等いわゆるバリスティック伝導すなわち電子波の古典的波動としての振る舞いが論じられた。

## 4 2重および3重障壁における共鳴トンネル伝導

多重反射と透過率のエネルギー依存性、電流電圧特性、状態寿命  $T$  の直接測定、キャリアの蓄積効果とその測定、さらに量子井戸を並列した系としてその間の電子移動と弾性、非弾性散乱が論じられた。

## 5 層状超格子におけるミニバンド構造と伝導

シュブニコフ振動の異方性によるフェルミ面の決定について論じられ、また負の質量や負性抵抗の予測並びに問題点が示された。

## 6 量子細線における電子伝導

細線の構造と、ランダウアーによる散乱的な扱い(ランダウアー公式)が説明されモード内の後方散乱、モード間散乱、不純物やフォノンによる散乱とその制御、が論じられた。また量子ポイントコンタクトでの弾道伝導、コンダクタンスの量子化、多モード伝導と普遍的コンダクタンス揺らぎなどの問題も扱われた。

## 7 表面超格子での電子伝導

結合量子箱、結合量子細線と言われる表面超格子の状態密度、ゲート作用、高移動度などの特徴が示され、そこで起こるだろうブロッホ振動のシミュレーション、振動的な磁気抵抗の振る舞い(Weiss振動)などに触れた。

そのほか、シュブニコフ・ドハース効果や整数および分数量子ホール効果、アハロノフ・ボーム効果、さらにクーロンブロッケイドと一電子遷移などの問題に軽く触れられ将来の発展の可能性が概観された。

(文責 伊東 乾)

## 量子スピン系の秩序と相転移

東工大理 西森秀稔

7/28 と 29 の 2 日間にわたって修士の院生を対象にして、量子効果がスピン系にどのような影響を及ぼすかについて説明していただいた。

### 1 長距離秩序(古典系)

格子に並んだスピンの向きが遠くまでほとんど同じ方向を向いているとき、長距離秩序があるという。この長距離秩序の存在を決定するパラメータに温度や空間の次元などがある。空間の次元を下げるとうる臨界次元  $d_c$  以下で有限温度で相転移がなくなる。この  $d_c$  を下部臨界次元という。Ising モデルについては、 $d_c = 1$  であり、ハイゼンベルグ模型では  $d_c = 2$  となる。

## 2 量子効果

ハイゼンベルグ模型では、強磁性体の場合、最低固有状態は、全部同じ向きに揃った完全強磁性状態となる。一方、反強磁性体の場合はスピン2個の場合はシングレットペアを組んだ状態が基底状態となり、量子性により基底状態の性質が大きく変えられる。さらにこの量子性は $S$ (スピンの大きさ)が小さいほど強い。

## 3 数値的対角化法

スピン2個の時の計算をさらに大々的に行う方法として、コンピュータを用いて有限系を厳密に対角化する方法がある。この方法を2次元三角格子上の量子系( $S = 1/2$ )に応用して、量子効果で古典秩序は破れるかを調べると、Ferro XY のときは spin 波の結果と良く一致し、長距離秩序が有るという結論に達する。一方 Antiferro ハイゼンベルグ模型のときは spin 波と結果が一致せず長距離秩序の有無は結論できない。三角格子上の反強磁性ハイゼンベルグ模型における長距離秩序の有無は、未解決の問題である。

## 4 スピン波理論

スピン波理論は、古典極限での秩序状態に対する量子揺らぎの補正を $1/S$ に対する漸近展開で評価するものである。Holstein-Primakoff 変換を用いて、ハミルトニアンを展開しボース演算子について対角化する方法を紹介され、様々なモデルに適用した結果を示された。

## 5 $J_1 - J_2$ モデルと修正スピン波理論

強くフラストレートしたモデルとして、正方格子上の反強磁性ハイゼンベルグ模型に反強磁性の次近接相互作用を入れたモデル( $J_1 - J_2$ モデル)がある。このモデルをスピン波で調べるとフラストレーションの強い領域でスピンのちぢみ $\Delta S$ は発散してしまい古典描像が破綻したかのように見える。これを修正スピン波理論を用いてスピン波間の相互作用の効果を取り入れ、さらに boson 数を抑制して調べると古典状態が安定であるという結果になる。これは未解決の問題であり、本当はどうなっているかについては古典的状态、Dimer 状態、Chiral 状態、等々色々な可能性があげられている。

(文責 桃井 勉)

## サブゼミ前半 (7/25,26)

### サブゼミ 形の物理

近年、フラクタルなどを話題にした書物等をよく見かけるようになった。こんな中で、夏の学校におけるサブゼミ「形の物理」も今年で三回目となった。私自身も昨年、そして今年と二回にわたり参加させていただいた。ただ、今年は世話人という立場であり、心の余裕という点では大きな違いがあったことは確かである。

世話人を引き受けることになってまず考えたことは、流行の話題、三回目、また以前の二回のサブゼミにも私の先輩方が関与してきたという問題もあり、サブゼミのマンネリ化をどう防ぐか、ということであった。昨年は、パターン成長現象の最も基本的なモデルである DLA に関連して進められたことから、今年はあまりテーマを狭めず”形”に関する話題を広く取り扱うことにした。また、専門外の方にも参加していただけるように、身近な話題を取り上げるようにした。

サブゼミの形式は従来通り講師一名、発表者二名とした。講師には、静岡大学教養部の佐藤信一先生をお呼びして、DLA 等のパターン成長の基本的なことから、自己アフィン成長といった近年の話題までを詳しく講義していただいた。ただ、先生の意気込みも非常に大きく、数式をふんだんに